

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-109

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни
«Водопостачання (водоочисні споруди)»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійними програмами спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія» (водопостачання та
водовідведення)
всіх форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
Навчально-наукового інституту
будівництва та архітектури
Протокол № 5 від 05.05.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Водопостачання (водоочисні споруди)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (водопостачання та водовідведення) всіх форм навчання [Електронне видання] / Мартинов С. Ю. – Рівне : НУВГП, 2020. – 14 с.

Укладач: Мартинов С. Ю., докт. тех. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск – Мартинов С. Ю., докт. тех. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – Бабич Є. М., докт. тех. наук, професор.

© Мартинов С. Ю., 2020
© НУВГП, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
I. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	4
1. Визначення повної продуктивності водоочисної станції.....	5
2. Вибір технологічної схеми очищення води, складання висотної схеми.....	5
3. Розрахунок доз реагентів та реагентного господарства	5
4. Розрахунок змішувачів	6
5. Розрахунок камер утворення пластівців	7
6. Розрахунок горизонтальних відстійників	7
7. Розрахунок вертикальних відстійників.....	8
8. Розрахунок прояснювачів із шаром завислого осаду	8
9. Розрахунок швидких фільтрів та контактних прояснювачів.....	8
10. Розрахунок обладнання для промивання фільтрів та контактних прояснювачів.....	9
11. Розрахунок споруд станцій знезалізнення	9
12. Розрахунок та підбір обладнання для знезаражування води.....	10
13. Розрахунок споруд для повторного використання промивних вод та обробки осадів.....	11
II. САМОСТІЙНА РОБОТА.....	12
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	13

ВСТУП

Вода – це не тільки природний ресурс, а й елемент, який має яскраво виражену соціальну значимість. Забезпечення населення доброякісною водою відноситься до основних пріоритетів цивілізованих країн. В цьому відношенні є надзвичайно актуальним підготовка висококваліфікованих фахівців в галузі очищення води. Навчальна дисципліна «Водопостачання (водоочисні споруди)» одна із профілюючих дисциплін, що вивчають студенти, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізацією «Водопостачання та водовідведення».

Метою вивчення навчальної дисципліни «Водопостачання (водоочисні споруди)» є формування у майбутніх фахівців умінь і знань теоретичних основ, технологічних процесів та конструкції споруд для очистки природних вод від різних інгредієнтів при підготовці питної води.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає активну роботу студентів на лекціях, практичних та лабораторних заняттях, самостійну роботу та виконання індивідуального завдання. Вимоги до знань та умінь фахівців визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

В методичних вказівках наведені рекомендації та завдання для практичних занять та самостійної роботи студентів, перелік рекомендованої навчально-методичної літератури.

I. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Результати виконання кожного практичного заняття оформлюються на паперовому носії інформації (зошиті). В кінці кожного практичного заняття студент подає викладачу результати його виконання, а викладач оцінює ступінь виконання та заносить отримані бали у журнал. В разі невиконання певного практичного заняття з об'єктивних причин, студенти мають право, за дозволом директора інституту, його відпрацювати. Час та порядок відпрацювання визначається викладачем.

1. Визначення повної продуктивності водоочисної станції

Вправа 1.1. Розрахункові максимальнодобові витрати населеного пункту (корисна продуктивність) – $19310 \text{ м}^3/\text{доб}$, режим роботи водоочисної станції – рівномірний упродовж доби, передбачаються споруди повторного використання води, максимальнодобові витрати води на господарсько-питні потреби – $17800 \text{ м}^3/\text{доб}$, витрати води на виробничі потреби за аварійним графіком – $1200 \text{ м}^3/\text{доб}$, витрати води за три максимальні сусідні години – $1970 \text{ м}^3/\text{год}$, кількість одночасних пожеж – 3, витрати води на гасіння однієї пожежі – $20 \text{ дм}^3/\text{с}$, витрати води на внутрішнє гасіння пожежі – $2 \times 5 \text{ дм}^3/\text{с}$. **Визначити повну продуктивність водоочисної станції.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [2, с. 12-14].

2. Вибір технологічної схеми очищення води, складання висотної схеми

Вправа 2.1. Добова продуктивність очисних споруд – $3500 \text{ м}^3/\text{доб}$, концентрація завислих речовин – $250 \text{ мг}/\text{дм}^3$, забарвленість – 70 град., Кількість кишкових паличок *E-coli* – $25 \text{ КУО}/100 \text{ см}^3$. **Вибрати технологічну схему очищення води.**

Методика виконання вправи наведена в [14, с. 23-32].

Вправа 2.2. Задана технологічна схема реагентного прояснення та знебарвлення води з горизонтальними відстійниками та швидкими фільтрами, відмітка поверхні землі біля РЧВ – 60 м. **Скласти попередню висотну схему водоочисних споруд.**

Методика виконання вправи наведена в [14, с. 31-35].

3. Розрахунок доз реагентів та реагентного господарства

Вправа 3.1. Основні споруди: вертикальні відстійники – швидкі фільтри, повна продуктивність водоочисної станції –

4000 м³/добу; максимальна каламутність води – 88 мг/дм³, забарвленість – 66 град., гідравлічна крупність часток – 0,25 мм/с, лужність води – 1,9 ммоль/дм³. **Визначити розрахункові дози реагентів.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 37-40].

Вправа 3.2. Використовуючи результати розрахунків попередньої вправи, **вибрати схему реагентного господарства для приготування коагулянту.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 40-42].

Вправа 3.3. Повна продуктивність – 4500 м³/добу, розрахункова доза коагулянту – 36 мг/дм³, в якості коагулянту застосовується очищений глинозем (сірчаноокислий алюміній). **Запроектувати споруди для зберігання, приготування та дозування коагулянту.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 42-56].

Вправа 3.4. Повна продуктивність – 16800 м³/добу, розрахункова доза коагулянту – 60 мг/дм³, в якості коагулянту застосовується неочищений глинозем (сірчаноокислий алюміній), кількість коагулянту, який зберігається на водоочисній станції становить 90,5 т. **Запроектувати споруди для зберігання, готування, дозування коагулянту.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 57-61].

4. Розрахунок змішувачів

Вправа 4.1. Повна продуктивність водоочисних споруд – 790 м³/год. **Запроектувати вихрові змішувачі.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 68-64].

Вправа 4.2. Повна продуктивність водоочисних споруд – $850 \text{ м}^3/\text{год}$. **Запроектувати перегородчаті змішувачі.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 74-78].

5. Розрахунок камер утворення пластівців

Вправа 5.1. Повна продуктивність водоочисних споруд з вертикальними відстійниками та швидкими фільтрами – $1500 \text{ м}^3/\text{добу}$, очищується каламутна вода, кількість робочих відстійників – 2 шт. **Розрахувати камери утворення пластівців.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 79-89].

Вправа 5.2. Повна продуктивність водоочисних споруд з горизонтальними відстійниками та швидкими фільтрами – $36000 \text{ м}^3/\text{добу}$, очищується каламутна вода, кількість робочих відстійників – 4 шт. **Розрахувати камери утворення пластівців з шаром завислого осаду.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 115-124].

Вправа 5.3. Повна продуктивність водоочисних споруд з горизонтальними відстійниками та швидкими фільтрами – $60000 \text{ м}^3/\text{добу}$, очищується вода середньої каламутності, кількість робочих відстійників – 6 шт. **Розрахувати вихрові камери утворення пластівців.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 117-124].

6. Розрахунок горизонтальних відстійників

Вправа 6.1. Повна продуктивність очисних споруд для літнього періоду $1500 \text{ м}^3/\text{год}$, зимового – $1400 \text{ м}^3/\text{год}$; каламутність літнього періоду 680 мг/дм^3 , зимового –

540 мг/дм³, забарвленість води 68°, застосовується неочищений глинозем з дозою 54 мг/дм³, флокулянт (ПАА) без підлогування. **Запроектувати горизонтальні відстійники.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 106-124].

7. Розрахунок вертикальних відстійників

Вправа 7.1. Повна продуктивність очисних споруд для літнього періоду 190 м³/год, зимового – 150 м³/год; каламутність літнього періоду 520 мг/дм³, зимового – 180 мг/дм³, забарвленість води 91°, застосовується неочищений глинозем з дозою 50 мг/дм³, без підлогування. **Запроектувати вертикальні відстійники.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 79-89].

8. Розрахунок прояснювачів із шаром завислого осаду

Вправа 8.1. Повна продуктивність очисних споруд літнього періоду 8200 м³/добу, зимового періоду 7700 м³/добу, концентрація завислих речовин літнього періоду 570 мг/дм³, зимового періоду – 120 мг/дм³. **Запроектувати прояснювачі з завислим шаром осаду коридорного типу.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 89-106].

9. Розрахунок швидких фільтрів та контактних прояснювачів

Вправа 9.1. Корисна продуктивність водоочисної станції 8000 м³/добу, працює цілодобово. **Запроектувати швидкі фільтри в реагентній двоступеневій схемі прояснення та знебарвлення води.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 128-153].

Вправа 9.2. Корисна продуктивність водоочисної станції 4000 м³/добу, працює цілодобово. **Запроектувати контактні прояснювачі без підтримуючих шарів.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 154-161].

Вправа 9.3. Корисна продуктивність водоочисної станції 4000 м³/добу, яка очищає воду каламутністю 40 мг/дм³, кольоровістю 35 град.; станція працює цілодобово. **Розрахувати контактні пінополістирольні фільтри.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 162-167].

10. Розрахунок обладнання для промивання фільтрів та контактних прояснювачів

Вправа 10.1. Використовуючи вихідні дані та результати розрахунків вправи 9.1, **визначити витрати напору при промиванні фільтрів та розрахувати пристрої для промивання.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в 14, с. 141-154].

Вправа 10.2. Використовуючи вихідні дані та результати розрахунків вправи 9.2, **визначити витрати напору при промиванні контактних прояснювачів та розрахувати пристрої для промивання.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 141-154].

11. Розрахунок споруд станцій знезалізнення

Вправа 11.1. Підземна вода має концентрацію загального заліза 3 мг/дм³, тривалентного – 0,1 мг/дм³, водневий показник 7,4, лужність 5 ммоль/дм³. **Продуктивність очисних споруд**

20000 м³/добу. **Обґрунтувати технологічну схему знезалізнення підземної води.**

Рекомендації наведені в [19, с. 457-466].

Вправа 11.2. Підземна вода має концентрацію занального заліза 4,5 мг/дм³, тривалентного – 0,5 мг/дм³, водневий показник 7,3, лужність 6,2 ммоль/дм³. Продуктивність очисних споруд 100 м³/добу. **Обґрунтувати технологічну схему знезалізнення підземної води.**

Рекомендації наведені в [19, с. 457-466].

Вправа 11.3. Підземна вода очищається за безреагентною безнапірною одноступеневою схемою знезалізнення води на пінополістирольних фільтрах. Відмітка поверхні землі біля РЧВ – 80 м. **Скласти попередню висотну схему водоочисних споруд.**

Рекомендації наведені в [14, с. 31-35].

Вправа 11.4. Станції знезалізнення підземної води працює за технологічною схемою: спрощена аерація та фільтрування на піщаних фільтрах. Корисній продуктивності станції – 24000 м³/доб, загрузка фільтрів – пісок 1,0-2,0 мм. **Розрахувати прояснювальні фільтри для знезалізнення води.**

Рекомендації наведені в [14, с. 128-153].

12. Розрахунок та підбір обладнання для знезаражування води

Вправа 12.1. Повна продуктивність станції водопідготовки 5000 м³/добу. **Розрахувати хлораторну для станції водопідготовки, яка обробляє воду поверхневого джерела.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 169-174].

Вправа 12.2. Повна продуктивність станції водопідготовки 400 м³/добу. **Розрахувати установку для знезаражування води поверхневого джерела гіпохлоритом натрію.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 175-178].

Вправа 12.3. *Продуктивність $150 \text{ м}^3/\text{год}$, коли-індекс $1000 \text{ од}/\text{дм}^3$, вода ґрунтова. Коли-індекс очищеної води – $3 \text{ од}/\text{дм}^3$. Розрахувати бактерицидну установку для водозабору.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 178-182].

13. Розрахунок споруд для повторного використання промивних вод та обробки осадів

Вправа 13.1. *Витрати промивної води $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Розрахувати горизонтальний піскоуловлювач.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 187-188].

Вправа 13.2. *Кількість контактних фільтрів на станції продуктивністю $20000 \text{ м}^3/\text{добу}$ становить 7, станція працює цілодобово, кількість промивок кожного фільтра упродовж доби 1, об'єм води необхідний для одної промивки одного фільтра складає 80 м^3 , при промивній витраті $220 \text{ дм}^3/\text{с}$, концентрація завислих речовин у вихідній воді $100 \text{ мг}/\text{дм}^3$, у фільтраті $1 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Розрахувати споруди обробки промивних вод.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 188-193].

Вправа 13.3. *Станція прояснення і знебарвлення води продуктивністю $2000 \text{ м}^3/\text{год}$, каламутність вихідної води $90 \text{ мг}/\text{дм}^3$, кольоровість 50 град , доза сірчаноокислого алюмінію $39 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Визначити потрібну площу накопичувача промивних вод.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 195-197].

Вправа 13.4. Тривалість весняно-літньо-осіннього періоду в даному регіоні складає 210 діб, зимового періоду 155 діб, середньодобова температура в грудні, найбільш холодному місяці -5°C ; сума абсолютних значень від'ємних середньодобових температур повітря 60°C , годинна продуктивність станції $1000\text{ м}^3/\text{год}$; вихідна вода має загальну кількість завислих речовин $260\text{ мг}/\text{дм}^3$ та оброблюється сірчаноокислим алюмінієм. **Розрахувати майданчики заморожування осаду.**

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в [14, с. 197-205].

II. САМОСТІЙНА РОБОТА

Якісна освіта є запорукою майбутнього країни, важливою складовою її національної ідентичності та державного добробуту.

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Пізнавальна діяльність студентів у процесі виконання самостійної роботи характеризується високим рівнем самостійності та сприяє залученню студентів до творчої активності.

Підсумком самостійної роботи над вивченням навчальної дисципліни «Водопостачання (водоочисні споруди)» є самостійне опрацювання рекомендованих тем:

1. Нормативна база для проектування, будівництва і експлуатації споруд станцій водо підготовки
2. Конструктивне облаштування трубопроводами станцій водо підготовки
3. Споруди і методи фторування та знефторення води
4. Дезодорація води, методи, способи, обладнання
5. Реагентні схеми прояснення води з двома ступенями фільтрувальних споруд
6. Гідроавтоматичні установки для знезалізнення води

Підсумком самостійної роботи над вивченням навчальної дисципліни є складання письмового звіту за темами, вказаними вище.

Звіт оформлюється на стандартному папері формату А4 (210х297) з одного боку. Поля: верхнє, праве, лівє – 20 мм, нижнє – 22 мм, лівє. У тексті повинні бути зазначені посилання на використану літературу.

Звіт може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою.

На титульній сторінці звіту мають бути зазначені назва кафедри, навчальна дисципліна, прізвище та ініціали здобувача вищої освіти, група, прізвище та ініціали викладача, який приймає роботу, посада.

Загальний обсяг звіту – 10-15 сторінок. Звіт включає план, основну частину, висновки, список використаної літератури та додатки (за необхідності).

Захист звіту про самостійну роботу проводиться у терміни, спільно обумовлені викладачем і здобувачем вищої освіти.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ВБН 46/33-2.5-5-96. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. [Чинний від 1997-01-01]. Вид. офіц. К. : Міністерство сільського господарства і продовольства України і Державний комітет України. по водному господарству, 1996. 152 с.
2. Водопостачання та очистка природних вод / С. М. Епоян, В. Д. Колотило, О. Г. Друшляк, Г. І. Сухоруков, Т. С. Айрапетян. Харків, 2010. 192 с.
3. Грабовский П. А., Ларкина Г. М., Прогульный В. И. Промывка водоочистных фильтров : монографія. Одесса : Изд-во «Optimum», 2012. 240 с.
4. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : МРРБЖКГ України, 2013. 280 с.
5. ДержСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-05-12] Вид. офіц. К. : Міністерство охорони здоров'я України.
6. Душкин С. С., Дегтярева Л. И. Водоподготовка и процессы микробиологии : учеб. пособ. К. : Вища школа, 1996. 164 с.

7. Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи НУВГП. URL: <http://nuwm.edu.ua/nni-ba/kaf-vvbs> (дата звернення: 14.04.2020).
8. Клячко В. А., Апельцин И. Э. Очистка природных вод. М. : Стройиздат, 1971. 579 с.
9. Кожин В. Ф. Очистка питьевой и технической воды. М. : Стройиздат, 1971. 303 с.
10. Кульский Л. А., Строкач П. П. Технология очистки природных вод. 2-е изд., перераб. и доп. К. : Вища школа, 1986. 352 с.
11. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олексі Новака, 75). URL: <http://lib.nuwm.edu.ua/> (дата звернення: 21.02.2020).
12. Орлов В. О., Тугай Я. А., Орлова А. М. Водопостачання та водовідведення : підручник. К. : Знання, 2011. 359 с.
13. Орлов В. О., Зошук А. М. Проектування систем сільськогосподарського водопостачання : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2005. 252 с.
14. Орлов В. О., Мартинов С. Ю., Зошук А. М. Проектування станцій прояснення та знебарвлення води : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2007. 252 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2251/> (дата звернення: 06.03.2019).
15. Орлов В. О., Зошук А. М. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення: Підручник. Рівне : УДУВГП, 2002. 203 с.
16. Підготовка води на пінополістирольних фільтрах : монографія / Орлов В. О., Мартинов С. Ю., Орлова А. М. та ін. ; під заг. ред. С. Ю. Мартинова. Рівне : НУВГП, 2017. 175 с.
17. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Кульский Л. А., Булава М. Н., Гороновский И. Т. , Смирнов П. И. К. : Будівельник, 1972. 424 с.
18. Тугай А. М., Терновцев В. Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. К. : Вища школа, 1980. 208 с.
19. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання: Підручник. К. : Знання, 2009. 735 с.
20. Шевелев Ф. А. Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. М. : Стройиздат, 1984. 116 с.